





METHOD FOR RECOGNITION OF A LEAK IN A FUEL CELL

AD

Patent number: WO0247189
Publication date: 2002-06-13
Inventor: MATTEJAT ARNO (DE); VOITLEIN OTTMAR (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE); MATTEJAT ARNO (DE); VOITLEIN OTTMAR (DE)

Classification:
- international: **G01M3/22; H01M8/04; H01M8/10; G01M3/20; H01M8/04; H01M8/10; (IPC1-7): H01M8/04; G01M3/16**
- european: **G01M3/22G; H01M8/04C2**
Application number: WO2001DE04453 20011127
Priority number(s): DE20001060626 20001206

Also published as:

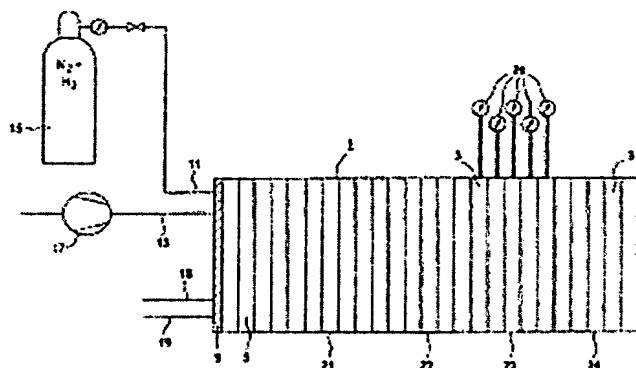
 **US2005003245 (A1)**
 **DE10060626 (A1)**
 **CA2437004 (A1)**
 **EP1340280 (B1)**

Cited documents:

 **US6156447**
 **DE19649434**
 **JP8185879**

[Report a data error here](#)**Abstract of WO0247189**

A leak in the membrane of a fuel cell (3) leads to an uncontrolled and heat-generating reaction which can destroy the fuel cell (3). A method for recognition of a leak in a fuel cell (3) is disclosed which leads to an automatic closing down of the fuel cell without a safety device. The anode gas chamber of the fuel cell is treated with a first test gas and the cathode gas chamber of the fuel cell (3) is treated with a second test gas. The cell voltage of the fuel cell measured and the change with time in the cell voltage is monitored. A gas with a hydrogen content of 0.1 to 20 vol. % is used as first test gas and a gas with an oxygen content of 0.1 to 30 vol. % is used as second test gas.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

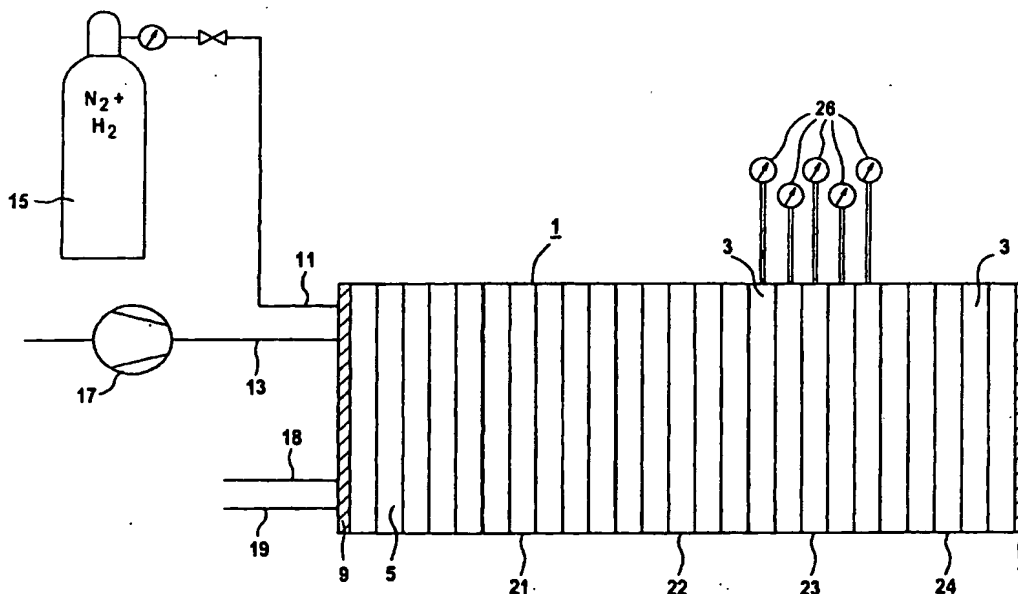
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/47189 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01M 8/04**, (72) Erfinder; und
G01M 3/16 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MATTEJAT, Arno**
[DE/DE]; Jahnstrasse 3a, 91088 Bubenreuth (DE).
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/04453** **VOITTEIN, Ottmar** [DE/DE]; An der Leite 3, 91475
Lonnerrstadt (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum:
27. November 2001 (27.11.2001) (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80333 München
(DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, JP, RU, US.
(30) Angaben zur Priorität:
100 60 626.1 6. Dezember 2000 (06.12.2000) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR RECOGNITION OF A LEAK IN A FUEL CELL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERKENNEN EINER UNDICHTIGKEIT IN EINER BRENNSTOFFZELLE



(57) Abstract: A leak in the membrane of a fuel cell (3) leads to an uncontrolled and heat-generating reaction which can destroy the fuel cell (3). A method for recognition of a leak in a fuel cell (3) is disclosed which leads to an automatic closing down of the fuel cell without a safety device. The anode gas chamber of the fuel cell is treated with a first test gas and the cathode gas chamber of the fuel cell (3) is treated with a second test gas. The cell voltage of the fuel cell measured and the change with time in the cell voltage is monitored. A gas with a hydrogen content of 0.1 to 20 vol. % is used as first test gas and a gas with an oxygen content of 0.1 to 30 vol. % is used as second test gas.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/47189 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CA, JP, RU, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Undichtigkeit in der Membran einer Brennstoffzelle (3) führt zu einer unkontrollierten und Wärme erzeugenden Reaktion, die die Brennstoffzelle (3) zerstören kann. Es wird ein Verfahren zum Erkennen einer Undichtigkeit in einer Brennstoffzelle (3) angegeben, das ohne eine Sicherheitseinrichtung zur automatischen Abschaltung der Brennstoffzelle auskommt. Hierzu wird der Anodengasraum der Brennstoffzelle (3) mit einem ersten Testgas und der Kathodengasraum der Brennstoffzelle (3) mit einem zweiten Testgas beaufschlagt und die Zellspannung der Brennstoffzelle (3) gemessen und der zeitliche Verlauf der Zellspannung überwacht, wobei als erstes Testgas ein Gas mit einem Wasserstoffgehalt von 0,1 bis 20 Vol.-% und als zweites Testgas ein Gas mit einem Sauerstoffgehalt von 0,1 bis 30 Vol.-% gewählt wird.

Beschreibung

Verfahren zum Erkennen einer Undichtigkeit in einer Brennstoffzelle

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen einer Undichtigkeit in einer Brennstoffzelle.

10 In einer Brennstoffzelle werden durch die Zusammenführung von Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) in einer elektrochemischen Reaktion elektrische Energie und Wärme erzeugt. Hierfür wird der Brennstoffzelle Wasserstoff und Sauerstoff entweder in ihrer reinen Form oder als wasserstoffhaltiges erstes Betriebsgas und als sauerstoffhaltiges zweites Betriebsgas zu-

15 geführt. Während des Betriebs der Brennstoffzelle wird das wasserstoffhaltige erste Betriebsgas in den Anodengasraum der Brennstoffzelle geleitet wobei der Wasserstoff die poröse Anode der Brennstoffzelle durchdringt und somit zum Elektrolyten der Brennstoffzelle gelangt. In gleicher Weise wird das

20 sauerstoffhaltige zweite Betriebsgas in den Kathodengasraum der Brennstoffzelle geleitet, der Sauerstoff durchdringt die poröse Kathode der Brennstoffzelle und gelangt ebenfalls zum Elektrolyten der Brennstoffzelle. Je nach Bauart des Elektrolyten dringen entweder Wasserstoff- oder Sauerstoffionen

25 durch den Elektrolyten hindurch, so dass sich auf einer Seite des Elektrolyten Sauerstoff und Wasserstoff in einer elektrochemischen Reaktion zu Wasser (H_2O) verbinden und elektrische Energie sowie Wärme frei werden.

30 Die Anode, der Elektrolyt und die Kathode der Brennstoffzelle bilden eine Membran, die gleich einer Wand den Anodengasraum vom Kathodengasraum der Brennstoffzelle trennt. Weist diese Membran eine Undichtigkeit, beispielsweise in Form eines Loches auf, so strömt während des Betriebs der Brennstoffzelle

35 unkontrolliert beispielsweise Sauerstoff in den Wasserstoff enthaltenden Anodengasraum. Dies führt zu einer unkontrollierten Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff im Anodengas-

2

raum, bei der sich gegebenenfalls so viel Wärme bildet, dass die Brennstoffzelle zerstört wird. Bei der Herstellung der Brennstoffzelle ist daher unbedingt darauf zu achten, dass die membranartige Wand zwischen dem Anodengasraum und dem Kathodengasraum keine Undichtigkeit aufweist.

Um Undichtigkeiten in der Membran von Brennstoffzellen zu entdecken werden die Brennstoffzellen vor ihrer Auslieferung einem Lecktest unterworfen. Hierbei ist es effizient, eine Vielzahl von Brennstoffzellen zu einem Brennstoffzellenmodul zusammenzufügen und gemeinsam zu testen. Das Brennstoffzellenmodul umfasst den die Zellen enthaltenden Brennstoffzellenblock sowie Versorgungseinheiten und vor allem Sicherheitseinrichtungen, die gewährleisten, dass im Falle einer unkontrollierten Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff in einer Brennstoffzelle der Brennstoffzellenblock abgeschaltet wird, um eine Zerstörung des Moduls zu verhindern.

Wird eine Undichtigkeit in einer Zelle eines Moduls erkannt, so muss der Brennstoffzellenblock, der die Brennstoffzelle enthält aus dem Modul ausgebaut und zerlegt werden, damit die schadhafte Zelle entfernt oder ausgetauscht werden kann. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig, da das bereits fertig montierte Modul wieder auseinandergebaut werden muss. Die wesentlich weniger aufwendige Variante, das Lecktestverfahren am „nackten“ Brennstoffzellenblock ohne Sicherheitseinrichtungen durchzuführen, ist sehr riskant, da im Falle einer Undichtigkeit eine unkontrollierte Reaktion in einer Brennstoffzelle nicht erkannt und unterbunden wird. Dies kann zu einer weiträumigen Zerstörung innerhalb des Brennstoffzellenmoduls führen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Erkennen einer Undichtigkeit in einer Brennstoffzelle anzugeben, das ohne Risiko der Zerstörung der Brennstoffzelle auch an einer Brennstoffzelle durchgeführt werden kann, die

nicht mit einer Sicherheitseinrichtung zum Überwachen auf eine unkontrollierte Reaktion verbunden ist.

- Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Erkennen einer Undichtigkeit in einer Brennstoffzelle gelöst, bei dem erfindungsgemäß der Anodengasraum der Brennstoffzelle mit einem ersten Testgas und der Kathodengasraum der Brennstoffzelle mit einem zweiten Testgas beaufschlagt und die Zellspannung der Brennstoffzelle gemessen und der zeitliche Verlauf der Zellspannung überwacht wird, wobei als erstes Testgas ein Gas mit einem Wasserstoffgehalt von 0,1 bis 15 Vol.-% und als zweites Testgas ein Gas mit einem Sauerstoffgehalt von 0,1 bis 30 Vol.-% gewählt wird.
- Die beiden zu dem Elektrolyten gelangenden Testgase bewirken eine Zellspannung, die bei Fehlen einer elektrischen Last an der Brennstoffzelle den Maximalwert erreicht, den die Brennstoffzelle erreichen kann. Bei Vorliegen einer Undichtigkeit in der Membran dringt eines der Testgase, beispielsweise das wasserstoffhaltige erste Testgas in den Kathodengasraum der undichten Brennstoffzelle. Dort führt die Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff nicht nur zu einer unkontrollierten und Wärme erzeugenden Reaktion, das erste Testgas verdrängt auch das sauerstoffhaltige Testgas von der Kathode. Da immer weniger Sauerstoff zum Elektrolyten vordringen kann findet am Elektrolyten eine immer geringere elektrochemische Reaktion statt, wodurch die Zellspannung in der schadhaften Zelle absinkt. Das Absinken einer Zellspannung ist ein Indiz für eine Undichtigkeit in der Membran der Brennstoffzelle. Mit Hilfe der Messung der Zellspannungen der Zellen eines Moduls und der Überwachung der Zellspannung auf ihren zeitlichen Verlauf hin kann somit eine Undichtigkeit in der Membran einer Zelle durch das Absinken der Zellspannung erkannt werden.
- Es ist bei einem Lecktest-Verfahren für eine Brennstoffzelle darauf zu achten, dass in keinen der Gasräume ein zündfähiges Gasgemisch entsteht. Ein zündfähiges Gasgemisch entsteht bei-

spielsweise, wenn mehr als 5% Wasserstoff bei Raumtemperatur in Luft eingebracht wird. Sinkt der Wasserstoffgehalt in einem luftartigen Gasgemisch unter 5%, so ist das Risiko einer spontanen Zündung bei einer Temperatur von Raumtemperatur bis etwa 100 °C gering. Es ist also bei einem Lecktestverfahren für eine Brennstoffzelle ohne Sicherheitseinrichtung darauf zu achten, dass nur geringe Mengen an Wasserstoff in ein sauerstoffreicheres Gas oder geringe Mengen an Sauerstoff in ein wasserstoffreicheres Gas gelangen können. Strömt beispielsweise ein erstes Testgas aus 15% Wasserstoff und 85% Stickstoff in den Kathodengasraum zu einem sauerstoffreicheren zweiten Testgas - beispielsweise Luft, so verdünnt sich dort der Wasserstoffgehalt auf einen Prozentsatz, der von der Größe des Lecks abhängig ist. Es hat sich in Versuchen herausgestellt, dass sich bei Verwendung eines ersten Betriebsgases mit unter 20% Wasserstoff und eines zweiten Betriebsgases mit unter 30% Sauerstoff unter Normalbedingungen kein zündfähiges Gemisch im Anoden- oder Kathodengasraum der Brennstoffzelle ausbildet. Eine gegenüber Normalbedingungen stark erhöhte Sicherheit gegen eine zerstörende Wärmebildung in der Brennstoffzelle wird durch die Verwendung eines ersten Betriebsgases mit unter 15% Wasserstoff und eines zweiten Betriebsgases mit unter 25% Sauerstoff erreicht.

Bei einem Leck in der Membran reagieren zwar der Wasserstoff und der Sauerstoff in einer unkontrollierten und Wärme erzeugenden Reaktion zu Wasser, diese Reaktion läuft jedoch so langsam ab, dass die dabei auftretende Wärme aus der Brennstoffzelle ohne Schaden für die Brennstoffzelle abgeführt werden kann. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Brennstoffzelle auf eine Undichtigkeit ihrer Membran hin ohne Risiko der Zerstörung der Brennstoffzelle getestet werden kann.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ergibt der Wasserstoffgehalt des ersten Testgases addiert mit dem Sauerstoffgehalt des zweiten Testgases nicht mehr als 35 Vol.-%. Wird also beispielsweise als zweites Testgas Luft mit einem

Sauerstoffgehalt von 21 Vol.-% verwendet, so beträgt der Volumenanteil des Wasserstoffs im ersten Testgas nicht mehr als 14 Vol.-%. Wird in einem zweiten Beispiel ein erstes Testgas mit einem Wasserstoffgehalt von 20 Vol.-% verwendet, so beträgt der Volumenanteil des Sauerstoffs im zweiten Testgas nicht mehr als 15%. Mit diesen Testgasen ist sichergestellt, dass sich auch bei Unregelmäßigkeiten in den Testbedingungen wie beispielsweise einer besonders großen Undichtigkeit in einer Membran einer Brennstoffzelle oder Temperaturen der Brennstoffzelle von um oder leicht über 100°C kein zündfähiges Gasgemisch in der Brennstoffzelle bildet.

Zweckmäßigerweise wird die Brennstoffzelle während der Messung der Zellspannung kontinuierlich mit den Testgasen gespült. Es wird also dafür gesorgt, dass das erste, wasserstoffhaltige Testgas den Anodengasraum kontinuierlich durchströmt oder das zweite, sauerstoffhaltige Testgas den Kathodengasraum kontinuierlich durchströmt. Bei einem Leck in der Membran der Brennstoffzelle strömt eines der Testgase aus einem Gasraum in den anderen Gasraum der Brennstoffzelle über und blockiert den Zugang des anderen Testgases zu der Region um die undichte Stelle in der Membran herum. Bedingt dadurch sinkt die Zellspannung der Brennstoffzelle ab oder erreicht nicht den Wert, den gleichartige Brennstoffzellen ohne die Undichtigkeit erreichen. Da die Gasräume der Brennstoffzelle kontinuierlich mit den ihnen zugehörigen Testgasen durchspült werden, endet das Überströmen eines Testgases von einem Gasraum in den anderen nicht. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Zellspannung einer Brennstoffzelle, die eine Undichtigkeit in der Membran aufweist, so lange wie die Gasräume mit Testgasen durchspült werden nicht auf den üblichen Zellspannungswert ansteigt. Das Indiz für eine Undichtigkeit in der Membran, nämlich die dauerhaft niedrige Zellspannung der Brennstoffzelle, bleibt somit über einen längeren Zeitraum erhalten. Hierdurch wird erreicht, dass eventuell auftretende "Dreck-Effekte", die zu einem vorübergehenden Absinken der Zellspannung einer Brennstoffzelle führen, eindeutig unter-

schieden werden können von einem durch eine Undichtigkeit in der Membran bedingten Absinken der Zellspannung einer Brennstoffzelle.

- 5 In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird erst ein Gasraum der Brennstoffzelle mit einem der Testgase beaufschlagt und dann der andere Gasraum mit dem anderen Testgas beaufschlagt, wobei während der Messung der Zellspannung das letztere Testgas in der Brennstoffzelle nicht erneuert wird.
- 10 Vorteilhafterweise wird der letztere Gasraum vor der Beaufschlagung mit dem anderen Testgas evakuiert. Bei einer fehlerhaften Brennstoffzelle, deren Membran eine Undichtigkeit aufweist, strömt das eine Testgas, beispielsweise das wasserstoffhaltige erste Testgas vom Anodengasraum in den - eventu-
- 15 ell evakuierten - Kathodengasraum über. Es liegt somit an der Anode sowie an der Kathode wasserstoffhaltiges erstes Testgas an, wodurch sich keine Zellspannung ausbilden kann. Beim Einströmen des zweiten Testgases in den Kathodengasraum ist die Kathode der Brennstoffzelle vollständig mit wasserstoffhaltigem ersten Testgas belegt. Da das zweite Testgas nicht zur Kathode der Brennstoffzelle vordringen kann, kann sich auch zu diesem Zeitpunkt noch keine Zellspannung ausbilden. Die Brennstoffzelle zeigt erst dann eine Zellspannung, wenn Teile
- 20 des ersten Testgases im Kathodengasraum in einer Wärme erzeugenden Reaktion vom Sauerstoff des zweiten Testgases aufgebraucht worden sind. Erst wenn Sauerstoff aus dem zweiten Testgas die Kathode der Brennstoffzelle erreichen kann, baut sich eine Zellspannung auf. Da jedoch durch das kontinuierliche Spülen des Anodengasraums mit erstem Testgas dieses erste
- 25 Testgas fortwährend durch die Undichtigkeit in der Membran in den Kathodengasraum gedrückt wird, wird der Sauerstoff aus dem zweiten Testgas nach einer Weile verbraucht sein. Zu diesem Zeitpunkt wird die Zellspannung der Brennstoffzelle vollständig auf Null zurückgegangen sein. Eine fehlerhafte Brennstoffzelle zeichnet sich somit durch eine zuerst nur leicht ansteigende und dann zusammenbrechende Zellspannung aus und ist daher als fehlerhaft identifizierbar.
- 30
- 35

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird während der Messung der Zellspannung einer der Gasräume mit einem größeren Gasdruck mit Testgas beaufschlagt als der
5 andere Gasraum. Hierdurch wird erreicht, dass das mit dem größeren Gasdruck eingebrachte Testgas bei einer Undichtigkeit in der Membran auf jeden Fall durch die Undichtigkeit in der Membran in den anderen Gasraum einströmt und somit ein Absinken der Zellspannung bewirkt.

10

Zweckmäßigerweise wird mindestens einer der Gasräume vor der Messung der Zellspannung entwässert. In der Brennstoffzelle sammelt sich unter Umständen während des Testverfahrens Produktwasser aus der elektrochemischen Reaktion an. Wird die
15 Brennstoffzelle zusätzlich mit befeuchteten Testgasen beaufschlagt, so sammelt sich in der Brennstoffzelle gegebenenfalls auch auskondensiertes Befeuchtungswasser an. Dieses Wasser belegt auch die Membran teilweise, so dass die Zellspannung der Brennstoffzelle in Abhängigkeit von dem in ihr befindlichen Wasser steht. Eine größere Menge von Wasser in
20 der Brennstoffzelle führt somit ebenso wie eine Undichtigkeit in der Membran zu einer Erniedrigung der Zellspannung. Dieser Testfehler wird durch das Entwässern der Brennstoffzelle vor der Messung der Zellspannung vermieden.

25

In einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung wird das Verfahren auf eine planare Brennstoffzelle in einem eine Vielzahl von planaren Brennstoffzellen umfassenden Brennstoffzellenblock angewendet. Hierfür werden alle Brenn-
30 stoffzellen des Brennstoffzellenblocks mit den Testgasen beaufschlagt und die Zellspannung der Brennstoffzellen überwacht. Der Brennstoffzellenblock ist beispielsweise lediglich aus den gestapelten und gegeneinander abgedichteten Brennstoffzellen, einer Front- und Endplatte sowie eventuell einem
35 notwendigen Befeuchter zusammengesetzt, wobei jegliche Versorgungs- und Überwachungseinrichtungen fehlen. Der Block kann manuell und mit einfachen Mitteln mit den Testgasen ver-

sorgt und die Zellspannungen überwacht werden. Tritt bei diesem sehr frühen Montagestadium des Brennstoffzellenblocks zu Tage, dass eine Brennstoffzelle fehlerhaft ist, so kann der Brennstoffzellenblock ohne großen Aufwand auseinandergenommen und die fehlerhafte Brennstoffzelle ausgetauscht werden.

Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird auch von einem Verfahren zum Erkennen einer Undichtigkeit in einer Brennstoffzelle gelöst, bei der anstelle der Zellspannung einer einzelnen Brennstoffzelle die Gruppenzellspannung einer Gruppe von in Reihe geschalteten Brennstoffzellen gemessen und ihr zeitlicher Verlauf überwacht wird. Der Brennstoffzellenblock wird hierbei in eine Anzahl von Brennstoffzellengruppen eingeteilt und die Spannung dieser Gruppen wird jeweils überwacht. Liegt die Gruppenzellspannung einer Gruppe unterhalb der normalen Zellspannung multipliziert mit der Anzahl der Brennstoffzellen in der Gruppe, so ist dies ein Hinweis darauf, dass innerhalb der Gruppe eine beschädigte Brennstoffzelle angeordnet ist. Diese Gruppe kann dann in einem zweiten Testschritt näher untersucht werden, indem sie beispielsweise in Untergruppen eingeteilt wird oder indem jede einzelne Zelle dieser Gruppe auf ihre Zellspannung hin untersucht wird. Auf diese Weise wird erreicht, dass bei einem sehr viele Brennstoffzellen umfassenden Brennstoffzellenblock nicht jede Brennstoffzelle einzeln auf ihre Zellspannung hin überwacht werden muss und trotzdem eine fehlerhafte Brennstoffzelle sehr einfach und zuverlässig identifiziert werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung, die eine einzige Figur umfasst, näher erläutert. Figur 1 zeigt einen Brennstoffzellenblock 1, der eine Vielzahl von Brennstoffzellen 3 und einen fünf Zellen umfassenden Befeuchter 5 umfasst. Der Brennstoffzellenblock 1 wird begrenzt durch eine Rückplatte 7 und eine Frontplatte 9, mit der eine erste Leitung 11 zur Versorgung des Brennstoffzellenblocks 1 mit erstem Testgas und eine zweite Leitung 13 zur

Versorgung des Brennstoffzellenblocks 1 mit einem zweiten Testgas verbunden ist. Die erste Leitung 11 ist mit einer Gasflasche 15, die das erste Testgas enthält, verbunden. Das erste Testgas enthält 5% Wasserstoff und 95% Stickstoff. Die
5 zweite Leitung 13 ist mit einem Luftverdichter 17 verbunden. An der Frontplatte 9 ist außerdem die Anodenabgasleitung 18 und die Kathodenabgasleitung 19 des Brennstoffzellenblocks 1 angebracht.

10 Der Brennstoffzellenblock 1 wurde willkürlich in vier Brennstoffzellengruppen, nämlich eine erste Brennstoffzellengruppe 21, eine zweite Brennstoffzellengruppe 22, eine dritte Brennstoffzellengruppe 23 und eine vierte Brennstoffzellengruppe 24 unterteilt. Jede dieser vier Brennstoffzellengruppen 21
15 bis 24 umfasst jeweils fünf Brennstoffzellen 3. In einem ersten Lecktestverfahren wird dem Brennstoffzellenblock 1 und somit allen Brennstoffzellen 3 das erste Testgas und als zweites Testgas Luft zugeführt, wobei die Gruppenzellspannungen der vier Brennstoffzellengruppen 21 bis 24 gemessen und
20 auf ihren zeitlichen Verlauf hin überwacht werden. Die Brennstoffzellen 3 des Brennstoffzellenblocks 1 werden während der Messung der Zellspannung kontinuierlich mit den beiden Testgasen gespült. Außerdem werden die Kathodengasräume der Brennstoffzellen 3 des Brennstoffzellenblocks 1 mit einem et-
25 wa 0,1 bar größeren Druck beaufschlagt als die Anodengasräume der Brennstoffzellen 3 des Brennstoffzellenblocks 1. Die Gruppenzellspannungen der Brennstoffzellengruppen 21, 22, und 24 betrage jeweils 5 V, was etwa der fünffachen normalen Zellspannung einer intakten Brennstoffzelle ohne angeschaltete elektrische Last entspricht. Die Gruppenzellspannung der
30 Brennstoffzellengruppe 23 betrage hingegen nur 4,2 V. Es ist somit erkennbar, dass die Brennstoffzellen 3 der Brennstoffzellengruppen 21, 22 und 24 keine Undichtigkeit in ihren Membranen aufweisen, wohingegen die niedrigere Gruppenzell-
35 spannung der Brennstoffzellengruppe 23 ein Indiz dafür ist, dass in der Brennstoffzellengruppe 23 eine defekte Brennstoffzelle angeordnet ist.

In einem zweiten Lecktestverfahren wird die Brennstoffzellen-
gruppe 23 gesondert untersucht, indem jede einzelne ihrer
fünf Brennstoffzellen mit einem Zellspannungsmessgerät 26
5 verbunden wird. Vor der Messung der Zellspannung werden die
Kathodengasräume der Brennstoffzellen 3 der Brennstoffzellen-
gruppe 23 entwässert, da sich im Verlauf der ersten Messung
in diesen Brennstoffzellen Produktwasser angesammelt hat. Es
wird dann der Kathodengasraum der Brennstoffzellen 3 der
10 Brennstoffzellengruppe 23 mit einem ersten Testgas beauf-
schlagt und ständig durchspült, wohingegen der Anodengasraum
der Brennstoffzellen 3 dieser Gruppe evakuiert wird.

Nach der Evakuierung werden die Anodengasräume mit dem zwei-
15 ten, wasserstoffhaltigen Testgas, dem Anodengas befüllt, wo-
bei jedoch die Anodengasableitung 18 des Brennstoffzellen-
blocks 1 verschlossen ist. Die Zellspannung der fünf Brenn-
stoffzellen 3 der Brennstoffzellengruppe 23 wird gemessen und
auf ihren zeitlichen Verlauf überwacht, wobei sich zeige,
20 dass bei der mittleren der fünf Brennstoffzellen 3 der Brenn-
stoffzellengruppe 23 die Zellspannung nur kurz ansteigt, um
nach einer kurzen Weile zusammenzuberechnen. Dieses zeitliche
Verhalten der Zellspannung ist ein Indiz dafür, dass das ers-
te und wasserstoffhaltige Testgas die Anode der mittleren
25 Brennstoffzelle 3 verzögert und nur kurz und in geringem Maße
erreicht. Es ist davon auszugehen, dass die Membran der mitt-
leren Brennstoffzelle 3 der Brennstoffzellengruppe 23 eine
Undichtigkeit aufweist.

30 Bevor der Brennstoffzellenblock 1 zusammen mit Versorgungs-
und Überwachungseinrichtungen zu einem Brennstoffzellenmodul
zusammengebaut wird, ist somit die mittlere Brennstoffzelle 3
der Brennstoffzellengruppe 23 zu ersetzen. Da der Brennstoff-
zellenblock 1 jedoch noch völlig "nackt" ist, und noch nicht
35 in das Modul integriert wurde, ist das Auswechseln der schad-
haften Brennstoffzelle 3 ein relativ unaufwendiges Unterfan-
gen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen einer Undichtigkeit in einer Brennstoffzelle (3), bei dem der Anodengasraum der Brennstoffzelle (3) mit einem ersten Testgas und der Kathodengasraum der Brennstoffzelle (3) mit einem zweiten Testgas beaufschlagt und die Zellspannung der Brennstoffzelle (3) gemessen und der zeitliche Verlauf der Zellspannung überwacht wird, wobei als erstes Testgas ein Gas mit einem Wasserstoffgehalt von 0,1 bis 20 Vol.-% und als zweites Testgas ein Gas mit einem Sauerstoffgehalt von 0,1 bis 30 Vol.-% gewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wasserstoffgehalt des ersten Testgases addiert mit dem Sauerstoffgehalt des zweiten Testgases nicht mehr als 35 Vol.-% ergibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzelle (3) während der Messung der Zellspannung kontinuierlich mit den Testgasen gespült wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass erst ein Gasraum mit einem der Testgase beaufschlagt und dann der andere Gasraum mit dem anderen Testgas beaufschlagt wird, wobei während der Messung das letztere Testgas in der Brennstoffzelle (3) nicht erneuert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während der Messung der Zellspannung einer der Gasräume mit einem größeren Gasdruck mit Testgas beaufschlagt wird als der andere Gasraum.

12

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Gasräume vor der Messung der Zellspannung entwässert wird.

5

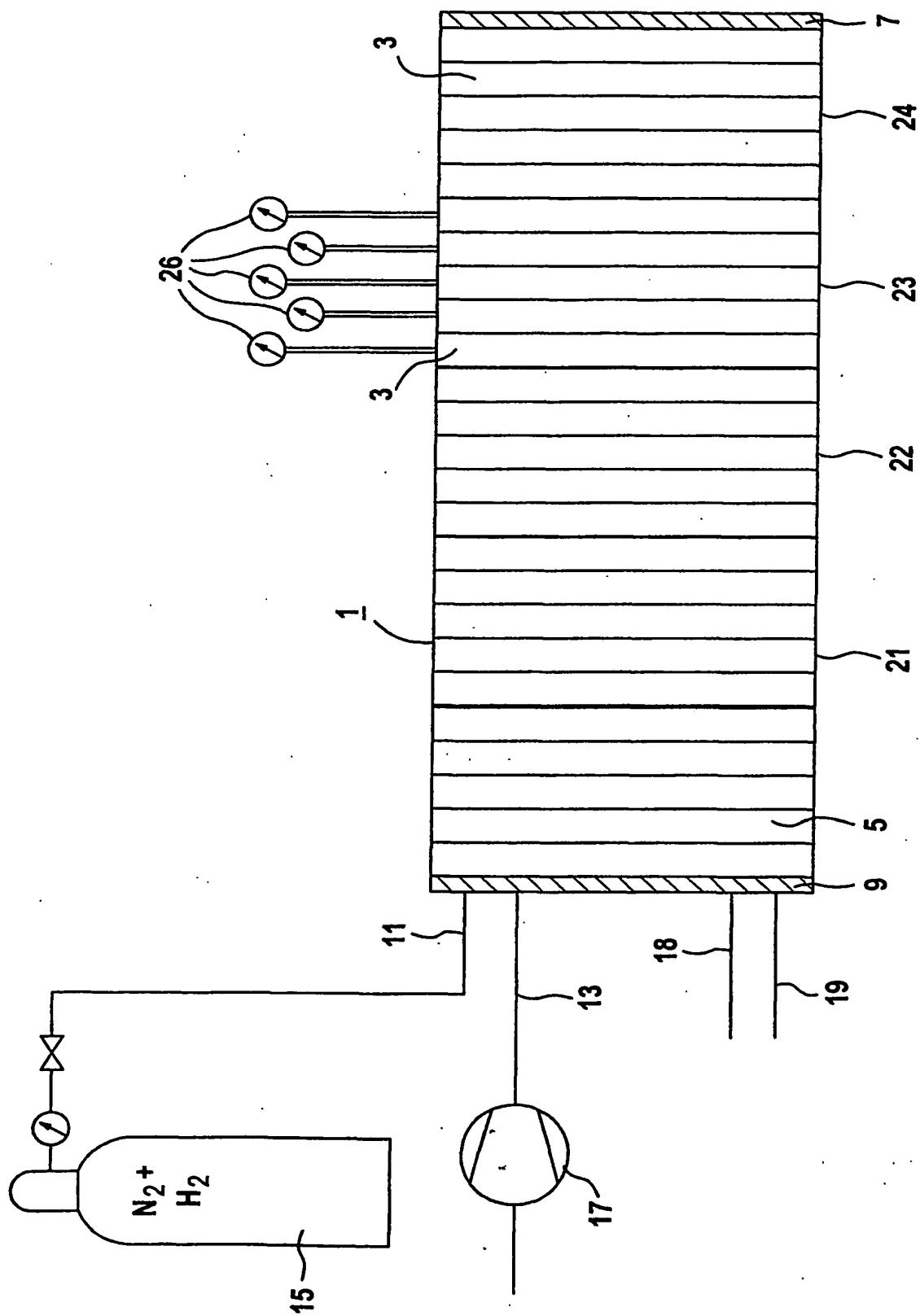
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, angewendet auf eine planare Brennstoffzelle (3) in einem eine Vielzahl von planaren Brennstoffzellen (3) umfassenden Brennstoffzellenblock (1).

10

8. Verfahren nach Anspruch 7, dahingehend abgeändert, dass anstelle der Zellspannung einer einzelnen Brennstoffzelle (3) die Gruppenspannung einer Gruppe (21, 22, 23, 24) von in Reihe geschalteten Brennstoffzellen (3) gemessen und ihr zeitlicher Verlauf überwacht wird.

15

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/04453

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01M8/04 G01M3/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01M G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 156 447 A (BETTE WILLI ET AL) 5 December 2000 (2000-12-05) column 4, line 17 -column 5, line 2 ----	1-8
A	DE 196 49 434 C (SIEMENS AG) 15 January 1998 (1998-01-15) the whole document ---	1-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29 November 1996 (1996-11-29) & JP 08 185879 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 16 July 1996 (1996-07-16) abstract -----	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 April 2002

Date of mailing of the international search report

12/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Engl, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/04453

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6156447	A	05-12-2000	DE 19649436 C1 15-01-1998
		WO 9824137 A1 04-06-1998	
		DE 59703976 D1 09-08-2001	
		DK 950268 T3 22-10-2001	
		EP 0950268 A1 20-10-1999	
		JP 2000513134 T 03-10-2000	
DE 19649434	C	15-01-1998	DE 19649434 C1 15-01-1998
JP 08185879	A	16-07-1996	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/04453

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H01M8/04 G01M3/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H01M G01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 156 447 A (BETTE WILLI ET AL) 5. Dezember 2000 (2000-12-05) Spalte 4, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 2	1-8
A	DE 196 49 434 C (SIEMENS AG) 15. Januar 1998 (1998-01-15) das ganze Dokument	1-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29. November 1996 (1996-11-29) & JP 08 185879 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 16. Juli 1996 (1996-07-16) Zusammenfassung	1-8

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. April 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/04/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Engl, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 01/04453

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6156447	A	05-12-2000	DE	19649436 C1	15-01-1998
			WO	9824137 A1	04-06-1998
			DE	59703976 D1	09-08-2001
			DK	950268 T3	22-10-2001
			EP	0950268 A1	20-10-1999
			JP	2000513134 T	03-10-2000

DE 19649434	C	15-01-1998	DE	19649434 C1	15-01-1998

JP 08185879	A	16-07-1996	KEINE		